

DOCKET NO.: 263889US2PCT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Luc SCHRIVE, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/FR03/02055

INTERNATIONAL FILING DATE: July 2, 2003

FOR: TREATMENT OF EFFLUENTS ASSOCIATING SOLIS/LIQUID SEPARATION  
AND PULSED ELECTRIC FIELDS**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119  
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

**COUNTRY**  
France**APPLICATION NO**  
02 08455**DAY/MONTH/YEAR**  
05 July 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/FR03/02055. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak  
Attorney of Record  
Registration No. 24,913  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

Customer Number

**22850**

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 08/03)

**Best Available Copy**



PCT/FR 03/02055

10/517775

27 DEC 2003

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

REC'D 13 OCT 2003

WIPO

PCT

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

24 SEP. 2003

Fait à Paris, le \_\_\_\_\_

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

**BREVET D'INVENTION**  
**CERTIFICAT D'UTILITÉ**  
Code de la propriété intellectuelle - Livre VI


  
N° 11354\*01

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2**

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

D9 540 W / 260399

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>05 JUIL 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>05 JUIL 2002</b> <b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif) <b>B 14119.3 JL FD 353</b>		<b>1</b> <b>NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b>  <b>BREVATOME</b>  3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS 422-5/S002	
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2</b> <b>NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° Date . / . / .	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° Date . / . / .	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/> N° Date . / . / .	
<b>3</b> <b>TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>  TRAITEMENT D'EFFLUENTS ASSOCIANT SEPARATION SOLIDE/LIQUIDE ET CHAMPS ELECTRIQUES PULSES			
<b>4</b> <b>DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation Date . / . / . N° Pays ou organisation Date . / . / . N° Pays ou organisation Date . / . / . N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5</b> <b>DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE	
Prénoms			
Forme juridique		Etablissement Public de Caractère Scientifique, Technique et Industriel	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	31-33, rue de la Fédération	
	Code postal et ville	75752 PARIS 15ème	
Pays		FRANCE	
Nationalité		Francaise	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

REMISE DES PIÈCES DATE 05 FEUIL 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0206453 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		B 14119.3 JL FD 353	
<b>6 MANDATAIRE</b>			
Nom		LEHU	
Prénom		Jean	
Cabinet ou Société		BREVATOME 422-5/S002	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		PG 7068	
Adresse	Rue	3, rue du Docteur Lancereaux	
	Code postal et ville	75008	PARIS
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01 53 83 94 00	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01 45 63 83 33	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		brevets.patents@brevalex.com	
<b>7 INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence)</i>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)  J. LEHU		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 	

TRAITEMENT D'EFFLUENTS ASSOCIANT SEPARATION  
SOLIDE/LIQUIDE ET CHAMPS ELECTRIQUES PULSES

DESCRIPTION

5

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un procédé et une installation de traitement d'effluents utilisant des champs électriques pulsés dont l'effet est la  
10 modification physico-chimique et biologique d'un milieu aqueux, mis à profit dans la filtration par membranes.

Les besoins en eau en France (eau de consommation humaine, eaux industrielles, eaux agricoles) représentent 700 m<sup>3</sup>/an par habitant. La  
15 consommation humaine est de l'ordre de 300 l/jour et par habitant. Les besoins en eau d'une ville nécessitent un traitement en amont et en aval.

De ce fait la gestion de l'eau figure parmi les grands enjeux actuels, et ceci à trois niveaux.  
20 différents :

- la ressource amont ;
- le traitement de l'eau avant utilisation, dont une grande partie concerne la consommation humaine (pour simplifier on peut utiliser le terme  
25 "potabilisation") ;
- le traitement des rejets sur l'environnement. Il s'agit classiquement des rejets aqueux des stations de traitement ainsi que des boues résiduelles. D'une façon plus large, ce dernier point  
30 inclut les traitements d'eau avant réutilisation (ou traitements tertiaires) souvent pour des usages

agricoles ou industriels.

L'eau étant le solvant de la vie, les organismes naturels y prolifèrent. Parmi ceux ci, un certain nombre sont pathogènes (bactéries, levures, parasites), ou vont abriter des organismes pathogènes (amibes) ou bien vont permettre à des virus de se développer dans des cellules hôtes.

Dans certains cas, ce sont les composés métaboliques des micro-organismes qui peuvent être pathogènes (toxines de cyanobactéries).

Ou encore, ce sont des composés chimiques, naturels (dérivés de l'azote) ou anthropiques (arsenic, mercure, résidus d'insecticides, résidus d'antibiotiques) qui peuvent être la source de problèmes de santé.

Ces composés sont de tailles et de compositions différentes. Les tailles peuvent être de quelques millimètres pour certains parasites (ascaris lombricoïdes, anguillula intestinalis), de l'ordre de quelques dizaines de micromètres pour leurs œufs ou les amibes (50  $\mu\text{m}$ ), quelques micromètres pour les bactéries et les champignons (0,3  $\mu\text{m}$  pour la plus petite dimension de pseudomona diminuta), quelques nanomètres pour les virus (25 nm pour le virus de la poliomyélite), et de l'ordre du nm pour les plus petits composés dissous. Les microorganismes peuvent se trouver sous forme sporulée, fortement résistante aux agressions extérieures. La pathogénicité due aux organismes biologiques (par opposition aux composés chimiques) tient une place importante notamment en raison de l'aspect reviviscent de la plupart des

bactéries. Cet aspect est particulièrement important lorsqu'il concerne des sujets immunodéprimés, avec des espèces telles que les kystes de protozoaires comme *Cryptosporidium parvum*.

5           Afin de favoriser la compréhension de ce document, le lecteur est averti du risque de confusion entre la membrane biologique d'un micro-organisme et la membrane séparatrice du procédé de filtration. Le premier terme fait explicitement référence à la  
10 membrane plasmique constituée d'une double couche lipidique. Le deuxième terme sera qualifié de membrane "procédé", ou membrane de filtration, ou membrane filtrante, ou bien sans précision supplémentaire dans le terme "couplage membranes /CEP".

15

#### ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Les traitements conventionnels de l'eau couvrent l'ensemble des flux d'eau potable, d'eaux de rejets, ou des boues issues des traitements  
20 conventionnels afin de respecter les normes édictées

Chronologiquement, il s'agit d'éliminer la fraction particulaire (composés dont la taille est supérieure au micromètre), colloïdales (quelques dizaines de nanomètres), puis la fraction soluble. Ces  
25 étapes correspondent respectivement aux :

- prétraitements (dégrillage, désablage, déshuilage, tamisage),
- traitements de clarification (coagulation, floculation, flottation),
- 30 - désinfection (chimique ou physique),
- traitements de finition (élimination des

micro-polluants par oxydation, adsorption sur charbon actif nanofiltration, etc).

Concernant la potabilisation, le traitement habituel est constitué de traitements physiques (dégrillage, filtration sur sable, etc.), physico-  
5 chimiques (coagulation, floculation), complétés d'une étape de finition dont le but est d'éviter la reviviscence de micro-organismes ou l'élimination des molécules organiques solubles : chloration, ozonation,  
10 oxydation par le peroxyde d'hydrogène, rayonnement ultra-violet, nanofiltration, adsorption sur charbon actif.

Une tendance émergente favorise un traitement séparatif total (par osmose inverse) pour  
15 obtenir une eau parfaitement purifiée, puis reconstituer en finale une eau de qualité alimentaire par adjonction des sels et oligo-éléments. C'est le cas des techniques "d'eaux bouteille" dont la demande est en forte croissance tant dans les pays développés (pour  
20 des raisons de "confort" gustatif) que dans les pays émergents (pour des raisons sanitaires d'ordre microbiologique).

Dans le domaine des eaux de rejets, le but essentiel des techniques mises en jeu est d'obtenir une  
25 concentration en composés pathogènes, de matières en suspension et en composés solubles compatible avec le milieu récepteur. Pratiquement, on met en œuvre des techniques permettant un abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) tel que la DCO résiduelle  
30 soit inférieure à 80 ou 100 mgL<sup>-1</sup> ou un abattement de la demande biologique en oxygène (DBO) tel que la DBO<sub>5</sub>



soit inférieure à 20 mgL<sup>-1</sup>.

Les techniques les plus classiques sont les traitements biologiques aérobies (oxydation ultime des composés dissous, par exemple de type glucidique sous forme de CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O) et anaérobies (fermentation en l'absence d'oxygène dont le dernier stade est un dégagement de méthane). Dans les deux cas, il s'agit de processus de dégradation de la matière organique par une biomasse bactérienne mettant en œuvre des réactions d'oxydo-réduction catalysées par des enzymes spécifiques.

En ce qui concerne les eaux résiduaires subissant un traitement tertiaire, la qualité bactériologique est habituellement moins drastique que celle concernant l'eau potable du fait que cette eau ne sera pas directement ingérée. Néanmoins, dans la perspective d'une réutilisation de l'eau, les règles deviennent drastiques à l'instar du "title 22" en Californie (dans les eaux réutilisables pour l'agriculture, 22 coliformes par litre sont tolérés) et les procédés impliqués sont de plus en plus similaires aux procédés de potabilisation.

Dans le domaine des boues, 22 kilogrammes de matière sèche sont produits annuellement par équivalent-habitant (soit plus d'un million de tonnes par an en France) provenant du traitement des eaux résiduaires urbaines ou industrielles. A l'origine, les boues sont une suspension extrêmement liquide dont la teneur en matière sèche est de 0,5 à 5 %. Ces boues peuvent être hydrophiles (c'est la majorité) ou hydrophobes, d'origine physique ou biologique selon le

traitement dont elles sont issues.

Globalement les boues contiennent de la matière minérale, de la matière organique provenant du catabolisme cellulaire, et des organismes pathogènes parasites (bactéries, œufs d'helminthes). La difficulté  
5 est de produire des boues stabilisées, (siccité: de 15 à 30 %, non fermentescibles) et hygiénisées (la concentration des organismes pathogènes est réduite à des niveaux très bas, respectant les normes du  
10 Ministère de la Santé, notamment en salmonelles, œufs d'helminthes, entérovirus).

Lorsque l'effluent initial contient beaucoup de colloïdes et de matières en suspension, un traitement physique de coagulation est utilisé. En  
15 finale, la charge en boues est augmentée (par rapport à la matière entrante), du fait de l'ajout d'additifs de coagulation : polymères spécifiques, métaux trivalents (Al, Fe) sous forme d'hydroxydes ou de chlorures.

Lorsque la matière dissoute est  
20 majoritaire, le traitement biologique est préféré. Les boues traitées contiennent alors des résidus biologiques mais une grande partie de la charge entrante est oxydée sous forme d'eau et de gaz. La quantité de boue est habituellement inférieure à la  
25 charge entrante. En moyenne (charge entrante moyenne ou forte, pour une DBO résiduelle de 25 à 40 mgL<sup>-1</sup>), la production de boues est 1/2 ou 1/3 de la masse de DBO entrante exprimée en kg DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>j. Mais ceci dépend fortement des performances globales du traitement,  
30 notamment de l'avancement des réactions d'hydrolyse enzymatiques exocellulaires qui permettent

l'assimilation la plus complète possible des composés dissous par les réactions enzymatiques endocellulaires.

Pour évaluer les avantages et les inconvénients des différentes technologies, les paramètres de consommation énergétique, de consommation d'additifs (traitements physico-chimiques) sont essentiels. Egalement, l'efficacité des différentes techniques est à comparer (par exemple : abattement microbien) au regard des risques incidentels liés à l'utilisation de telle ou telle technique (par exemple : panne d'un chloromètre ou rupture d'une membrane de filtration), ou encore au regard des sous-produits indésirables éventuels (dérivés chlorés lors de l'utilisation du chlore, bromés suite à un traitement d'ozonation en présence de brome ; ces produits sont habituellement regroupés sous l'appellation DBP's : "Disinfection By-Products").

La chloration finale est la technique la moins chère mais certains microorganismes résistent à ce traitement, tels les *Cryptosporidium*. Par ailleurs, ce traitement n'est conseillé qu'en fin de traitement pour ne pas former de "DBP".

L'ozonation pose le problème de l'élimination résiduelle de cet oxydant. Son action reste limité par rapport aux kystes de *Cryptosporidium*. Certains DBP peuvent aussi se former.

Les technologies par UV sont efficaces du fait de l'efficacité du rayonnement sur l'ADN des micro-organismes, ainsi que sur l'ARN des virus. La difficulté est de s'assurer que tout le flux de liquide est effectivement soumis à une dose de rayonnement

minimale. Ce problème est résolu si le réacteur UV ne contient pas de court-circuit. La dose est alors calculée par l'utilisation de modèles complexes prenant en compte la géométrie du réacteur, le type de lampes, leur vieillissement, le flux de liquide à traiter, les caractéristiques de celui-ci, notamment la transmittance au rayonnement. Ces traitements sont souvent la dernière étape après l'élimination des matières en suspension (MES) et de la turbidité.

En ce qui concerne les membranes de filtration, leur avantage est de rassembler plusieurs fonctions selon le seuil de coupure utilisé : élimination des matières en suspension, des microorganismes, de la turbidité, des composés dissous. Si l'on se réfère à l'abattement en organismes pathogènes, les membranes présentent les meilleures performances dès que le seuil de coupure est en deçà de la microfiltration. Néanmoins, les risques de relargage de microorganismes n'est pas rigoureusement maîtrisé d'où l'absence d'agrément par le Ministère de la Santé. Des tests d'intégrité des membranes de filtration sont obligatoires pour se prémunir de tels désagréments.

Malheureusement, l'inconvénient essentiel des membranes de filtration est leur sensibilité au colmatage, ce qui implique habituellement des prétraitements initiaux, voire plusieurs étapes de filtration en série avec des pores de plus en plus petits.

Les systèmes mettant en œuvre des champs électriques pulsés ou CEP ont été développés à grande

échelle par la mise au point de systèmes électroniques commutant des puissances instantanées considérables, et dont la fiabilité est élevée. Les nouveaux systèmes électroniques mis au point en France par le  
 5 Commissariat à l'Energie Atomique dans le cadre du programme d'enrichissement de l'uranium par laser (cartes à MOS) permettent des impulsions inférieures à la microseconde, quasiment sans limitation de fréquence.

10 Le premier domaine d'utilisation est la stérilisation froide des aliments. Cette technique évite la thermo-dégradation de produits alimentaires. Elle ne s'applique qu'aux produits pompables : concentrés de jus de fruits, blancs d'oeuf, liquides  
 15 divers, etc..

Sur le plan du traitement "de masse" des eaux industrielles, l'utilisation de cette technique est citée en tant que prévention du colmatage biologique (incrustation de mollusques dans les  
 20 tuyauteries) dans les échangeurs des centrales nucléaires. Les centrales nucléaires sont concernées par le traitement des flux des circuits réfrigérants suite à la découverte d'amibes (*Naegleria fowleri*, Nf) à la centrale de Nogent-sur-Seine en France.

25 Ces systèmes industriels s'opposent aux micro-systèmes de laboratoires spécialisés dans les manipulations génétiques, existant depuis plusieurs décennies et traitant seulement quelques millilitres.

Les effets classiquement mentionnés sont  
 30 les effets de poration et mort de la cellule par un effet "condensateur" dû à l'existence d'une double

couche lipidique isolante au niveau de la membrane plasmique. Des effets probables de résonance moléculaire sont également mentionnés, avec effet direct sur l'ADN du noyau. Egalement, certaines  
5 fonctions biologiques (synthèse du triphosphate d'adénosine ou ATP, pompe à sodium) peuvent être perturbées.

---

Pour pallier l'inconvénient du colmatage des membranes de filtration, on a pensé depuis  
10 longtemps à associer une autre force motrice que celle provenant de l'énergie mécanique. C'est le cas de l'énergie électrique. Les exemples d'effets électriques associés à la filtration sont nombreux. En général, la tension est continue, de faible valeur (inférieure à  
15 100 V), les procédés s'inspirant de l'électrolyse ou de l'électrolyse membranaire. Il peut s'agir d'une électrocoagulation où le métal des électrodes (aluminium, fer) est solubilisé et s'associe ioniquement à des colloïdes pour favoriser la  
20 coagulation avant filtration.

L'électrofiltration en présence d'un surfactant est décrit comme la superposition d'un champ électrique à une pression transmembranaire. La polarisation de concentration est réduite, décuplant  
25 les performances en termes de flux.

Des effets chimiques basés sur la production de peroxyde d'hydrogène à partir de l'oxygène atmosphérique dissous sont observés avec une anode en titane recouverte de  $\text{RuO}_2$ . Ce système, appelé  
30 électro-peroxydation permettrait d'oxyder les composés chimiques, les particules colloïdales et même les

microorganismes. Ces effets permettraient de réduire la résistance au transfert à l'interface membrane de filtration/solution.

La littérature technique cite le cas de couplage champs électriques pulsés/bioréacteur à membranes (BRM) dans un procédé bi-étagé. Dans le premier étage (champs pulsés) le but est la destruction de composés chlorés (minéralisation du chlore) ou phénoliques contenus dans un flux aérosol, c'est-à-dire majoritairement gazeux et non pas liquide.

Les composés phénoliques passent par une étape intermédiaire d'agrégation par polymérisation du noyau phénolique. Ce pré-traitement accélère la vitesse de biodégradation et donc l'efficacité ultérieure du BRM. On peut se référer à ce sujet à l'article «Pulsed power for advanced waste water remediation» de V.M. Bystritskii et al., 11<sup>th</sup> International Pulsed Power Conference, 1997, pages 79 à 84.

Un couplage champs pulsés/filtration est décrit pour le traitement des boues de station d'épuration. Le brevet américain N° 6 030 538 mentionne la possibilité de diminuer la teneur en eau d'une valeur initiale de 50 % à une valeur finale de 10 à 15 %. Le système combine un chauffage par induction, une filtration en ligne (sous une pression de l'ordre de 70 à 105 bar) et une extrusion des boues séchées à travers des orifices calibrés. Le phénomène décrit est un relarguage du liquide intra-cellulaire, ce qui contribue à l'abaissement de la teneur en eau. Un des paramètres-clés est la concentration en flocculant, l'énergie des champs pulsés et l'hydratation des boues.

En définitive, le procédé permet d'épandre des boues plus sèches et biologiquement inertes.

Les procédés couplant les champs électriques pulsés et la filtration membranaire se  
5 révèlent particulièrement intéressants pour les raisons suivantes.

---

Les effets des champs pulsés sur un effluent sont de nature : biologique (destruction de cellule), physique (accroissement de la taille de  
10 composés en solution) et chimique (minéralisation du chlore).

En définitive, un champ électrique pulsé sera bénéfique à une filtration ultérieure, par son effet sur :

- 15 - les petites molécules en initiant des réactions radicalaires permettant de dégrader des micropolluants, et d'abaisser la DCO soluble,
- la fraction colloïdale d'une solution, caractérisée par des charges de surface et formée par  
20 des agrégats plus ou moins organisés de molécules, de macromolécules, de débris cellulaires,
- la rupture de macromolécules, favorisant des réactions d'hydrolyse enzymatiques exocellulaires afin de diminuer la production de boues d'origine  
25 biologique,
- la libération de molécules endoplasmiques ayant un effet coagulant (polysaccharides),
- la destruction ou l'inactivation des microorganismes par éclatement du cytoplasme ou par  
30 action directe sur le noyau cellulaire.



## EXPOSE DE L'INVENTION

L'invention a été conçue pour offrir un nouveau procédé et une nouvelle installation de traitement d'effluents associant séparation  
5 solide/liquide et champs électriques pulsés, ce nouveau procédé et cette nouvelle installation étant plus simples à mettre en œuvre et d'une plus grande efficacité que les techniques de l'art antérieur.

Le procédé de l'invention est basé sur le  
10 couplage de la séparation solide/liquide avec les champs électriques pulsés..

L'association des effets biologique, physique et chimique introduits par les champs  
électriques pulsés permet de réduire la population  
15 cellulaire, de relarguer des substances présentes dans le cytoplasme et d'hydrolyser les macromolécules. Dans ces conditions, et de façon inattendue, les microorganismes non détruits voient leur activité biologique augmenter. Les réactions d'assimilation  
20 biologique sont alors accélérées, ce qui se traduit par une augmentation du taux de consommation des substances polluantes dissoutes. Par ailleurs, cette augmentation de l'activité biologique s'accompagne d'un cannibalisme entre microorganismes, ce qui entraîne une diminution  
25 globale de la biomasse. Enfin, la libération de certains composés endo-cellulaire contribue à agréger les matières en suspension et facilite une séparation liquide/solide ultérieure.

L'invention a donc pour objet un procédé de  
30 traitement d'effluents dans lequel un flux desdits effluents est soumis à un champ électrique pulsé dont

l'effet est la modification des caractéristiques physico-chimiques et biologiques mise à profit lors d'une opération de séparation solide/liquide, le procédé étant caractérisé en ce que :

5                   - la séparation solide/liquide et la  
soumission à un champ électrique pulsé sont des opérations effectuées à des endroits différents du flux d'effluents,

10                   - le champ électrique pulsé présente des caractéristiques de valeur de tension, de valeur de courant, de fréquence de répétition des impulsions et de forme du front de tension choisies pour, en fonction des endroits où sont effectuées les opérations de  
15   séparation solide/liquide et de soumission à un champ électrique pulsé, obtenir le traitement désiré des effluents.

L'opération de séparation solide/liquide peut être une opération de filtration membranaire (filtration tangentielle, frontale ou semi-frontale) ou  
20   une opération de décantation.

Avantageusement, ladite modification des caractéristiques physico-chimiques et biologiques permet l'hydrolyse de substances dissoutes, l'agrégation de colloïdes, la destruction complète ou  
25   partielle de microorganismes et l'activation simultanée des microorganismes restants.

Le procédé selon l'invention peut s'appliquer au traitement des effluents et des boues de station d'épuration soit en réacteur à boues activées,  
30   soit en bioréacteur à membranes.

L'invention a aussi pour objet une

installation de traitements d'effluents comprenant des moyens pour soumettre un flux desdits effluents à une séparation solide/liquide et des moyens pour soumettre le flux desdits effluents à un champ électrique pulsé dont l'effet est la modification des caractéristiques physico-chimiques et biologiques mise à profit lors de la séparation solide/liquide, l'installation étant caractérisée en ce que :

- les moyens de séparation solide/liquide et les moyens de soumission à un champ électrique pulsé sont disposés à des endroits différents du flux d'effluents,

- les moyens de soumission à un champ électrique pulsé présentent des caractéristiques de valeur de tension, de valeur de courant, de fréquence de répétition des impulsions et de forme de front de tension choisies pour, en fonction des endroits où sont disposés les moyens de séparation solide/liquide et les moyens de soumission à un champ électrique pulsé, obtenir le traitement désiré des effluents.

Les moyens pour soumettre le flux d'effluents à une séparation solide/liquide peuvent être des moyens de filtration membranaire (filtration tangentielle, frontale ou semi-frontale) ou des moyens de décantation.

Avantageusement, la modification des caractéristiques physico-chimiques et biologiques permet l'hydrolyse de substances dissoutes, l'agrégation de colloïdes, la destruction complète ou partielle de microorganismes et l'activation simultanée des microorganismes restants.

## BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture

5 de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est un schéma électrique d'un circuit affecté à une tête de traitement à simple effet et utilisable par la présente invention,

- la figure 2 est un schéma électrique d'un circuit affecté à une tête de traitement à double effet et utilisable par la présente invention,

15 - la figure 3 est un schéma d'une installation de traitement d'effluents selon une première variante de la présente invention,

- la figure 4 est un schéma d'une installation de traitement d'effluents selon une deuxième variante de la présente invention,

20 - la figure 5 est un schéma d'une installation de traitements d'effluents selon une troisième variante de la présente invention.

DESCRIPTION DETAILLÉE DE MODES DE RÉALISATION DE  
25 L'INVENTION

A titre d'exemple, les modes de réalisation décrits ci-dessous porteront sur une séparation solide/liquide obtenue par membrane.

30 Contrairement aux différents procédés d'électrofiltration (ou électro-membranaires) de l'art antérieur, l'électrode "haut potentiel" dans la mise en

œuvre de la présente invention n'est pas à l'intérieur de la membrane filtrante ou n'est pas constituée de la membrane séparatrice elle-même. Cet aspect simplifie la mise en œuvre du procédé. Les membranes standard du  
5 commerce peuvent être montées en module sans rajouter une feuille conductrice en vis-à-vis (membrane plane ou spirale) et sans noyau conducteur interne (membrane cylindrique).

Ceci est dû au fait que les champs  
10 électriques dans le domaine où ils sont utilisés produisent des effets physico-chimiques et biologiques dont la durée est suffisamment longue pour être profitables pendant quelques secondes ou quelques minutes.

Les amplitudes du champ électrique sont  
15 également beaucoup plus élevées. En pratique, les effets décrits dans les anciens procédés d'électro-filtration sont assez similaires aux phénomènes d'électrolyse où le paramètre important est la  
20 génération d'un fort courant électrique sous une faible tension. C'est le nombre d'électrons échangés à la cathode qui est prépondérant et non pas la tension qui reste limitée à des valeurs de quelques dizaines ou centaines de volts. Dans le nouveau procédé  
25 membrane/CEP proposé, il est important de disposer d'une tension importante (5 à 30 kV) afin de produire un champ électrique intense (5 à 100 kV/cm préférentiellement de 10 à 50 kV/cm) dans le but de faire éclater la membrane plasmique des microorganismes.

30 Enfin, la fréquence de répétition des impulsions est également un paramètre prépondérant :

selon la nature des molécules impliquées dans le colmatage, il est possible de régler la fréquence des impulsions aux valeurs pour lesquelles un phénomène de résonance va inactiver le composé (ou la famille de  
5 composés) afin de faciliter leur passage dans la membrane "procédé" et réduire les phénomènes de colmatage interne, notamment ceux dus à l'adsorption par des effets de charge électrostatique.

Enfin, un autre paramètre important est la  
10 forme du front de tension : il est préférable de disposer de systèmes où la montée en tension s'effectue de façon quasi-instantanée, par opposition aux systèmes sinusoïdaux ou lorsque les effets d'inductance sont trop marqués.

15 L'effet des fronts d'onde est assimilable à une onde de choc, susceptible d'inactiver définitivement le noyau d'une bactérie sans éclatement et relargage de composés endocellulaires.

Le couplage judicieux des effets modulables  
20 des CEP (tension, courant, fréquence, front d'onde), et de la séparation membranaire permet d'obtenir le traitement désiré des effluents.

On peut favoriser au choix la valeur de la tension électrique, du courant, la forme du front  
25 d'onde et la fréquence de répétition des impulsions.

Une forte tension permet de faire éclater des cellules et de séparer ou de valoriser ultérieurement les composés internes relargués. Elle permet aussi de s'assurer de la destruction complète  
30 des microorganismes et d'éviter leur prolifération sous forme de biofilm sur la surface membranaire.

Le passage d'un fort courant (c'est-à-dire d'un grand nombre d'électrons) permet de transférer des charges à des colloïdes ou des composés chargés afin de les neutraliser puis de les agréger et enfin de pouvoir  
5 les séparer facilement par une ségrégation stérique à l'aide de membranes de filtration tangentielle.

Le front d'onde est important lorsque l'on veut inactiver définitivement des bactéries ou autres organismes biologiques pathogènes par action directe  
10 sur leur noyau et pouvoir les retenir sur les membranes de filtration sans prolifération possible et sans relargage de composés métaboliques.

La fréquence de répétition des impulsions intervient par les effets électrocinétiques liés au  
15 moment dipolaire de la membrane plasmique. Lorsque les forces électrocinétiques sont supérieures aux forces de cohésion de la double couche lipidique, celle ci se rompt et peut conduire à l'éclatement puis à la mort des microorganismes.

20 Dans tous les procédés par champs électriques pulsés divulgués dans l'art antérieur, il apparaît que les utilisateurs ne se soucient que d'un effet de "simple décharge" à travers la tête de traitement, plus précisément à travers la veine du  
25 liquide à traiter. Ceci provient du fait que les effets les plus connus consistent à rechercher l'éclatement cellulaire. Les puissances instantanées nécessaires sont très élevées : de l'ordre de plusieurs centaines de MW pendant 1  $\mu$ s.

30 Habituellement, le passage du courant de charge dans la tête de traitement est limité en

insérant en parallèle à la tête de traitement un élément électrique dont l'impédance sera nulle en régime continu et élevée en régime transitoire, telle qu'une inductance pure. La figure 1 est le schéma électrique d'un circuit affecté à une tête de traitement à simple effet. Le circuit comprend une alimentation continue 1 de 1 à 20 kV et pouvant débiter un courant de 2 à 50 A, un commutateur impulsionnel 2 pouvant basculer d'une position a à une position b, un condensateur 3 et une inductance série 4. La tête de traitement des effluents est référencée 5. Elle comporte une inductance 6 branchée en parallèle. Pour obtenir la charge, le commutateur 2 est sur la position a et la résistance 5 représentant la tête de traitement est shuntée par la présence de l'inductance pure 6. Pour obtenir la décharge, le commutateur 2 est sur la position b et le système de commutation haute puissance constitué par le condensateur 3 et l'inductance 4 fournit une décharge dont les caractéristiques sont une tension de 5 à 50 kV et un courant de 500 à 2000 A pendant 1  $\mu$ s.

Dans la perspective d'une séparation membranaire couplée aux CEP, on peut également profiter de l'effet électrique pendant la charge. Ceci peut être réalisé, par exemple, en choisissant de faire passer le courant de charge dans la tête de traitement. Dans ce cas, la tête de traitement est montée seule comme le montre la figure 2 qui est le schéma électrique d'un circuit affecté à une tête de traitement à double effet. Le temps de charge est, en général, de l'ordre de plusieurs dizaines de  $\mu$ s, ce qui permet de respecter



le temps nécessaire au transfert de charges et au transfert de matière qui en découle (agrégation colloïdale). Ce temps est en effet plus élevé que le transfert d'électrons puisqu'il faut renouveler les espèces (molécules, colloïdes) à l'interface des électrodes. Les caractéristiques de la charge pour la tête de traitement sont une tension de 1 à 20 kV et un courant de 2 à 50 A. Pendant la décharge, ces caractéristiques sont une tension de 5 à 50 kV et un courant de 500 à 2000 A.

Les avantages du passage d'un courant dans la tête pendant la charge sont d'éviter la polarisation des électrodes, et ainsi de rallonger leur durée de vie, et de permettre de transférer des électrons susceptibles d'agréger des colloïdes favorisant alors le flux trans-membranaire lors de l'étape de filtration.

Au contraire, shunter la tête de traitement pendant la charge va favoriser des conditions de fonctionnement à fréquence élevée (le temps entre deux impulsions est réduit), permettant de ce fait la mise en œuvre de fronts de tension très raides.

En conclusion, le procédé de l'invention permet de doubler les effets classiquement envisagés lors de la mise en œuvre des CEP, ces effets étant mis à profit dans l'étape de séparation membranaire.

Le passage d'un fort courant à travers un milieu conducteur s'accompagne d'un champ magnétique plus ou moins intense et plus ou moins localisé susceptible de perturber des signaux électriques. Ce phénomène est mis à profit de façon inattendue au

niveau biologique ou moléculaire. On aboutit à l'inactivation de composés biologiques spécifiques responsables de l'adhésion des molécules biologiques entre elles ou responsable de l'adhésion intercellulaire et donc du biofilm sur la membrane de filtration. En outre, d'autres valeurs de fréquence favorisent le passage de certaines molécules ou ions à travers la membrane de filtration, en limitant leur activité chimique et leur propension à former des molécules complexes susceptibles de s'adsorber en profondeur sur la paroi du pore.

Les applications potentielles de champs électriques pulsés couplés à la séparation membranaire favorisée par la modification des caractéristiques physico-chimiques et biologiques d'un milieu aqueux se situent dans tous les domaines de la séparation solide/liquide et d'utilisation des membranes de filtration :

- traitement de l'eau: réduction du biofilm, diminution du colmatage interne, décontamination biologique ;

- traitement des effluents : réduction du colmatage externe, oxydation de micro-polluants ;

- réacteurs à boues activées, en amont de la décantation, grâce à l'activation des microorganismes et à la diminution de la quantité de biomasse ;

- bioréacteurs à membranes: étape de préhydrolyse par rupture des macromolécules avant filtration ;

- hygiénisation des boues biologiques:

destruction/éclatement de microorganismes et concentration par membranes de filtration ;

5        ° production de jus de fruits: éclatement des membranes cellulosiques (équivalentes pour les végétaux à la membrane plasmique) et séparation par filtration des fibres et fragments de cellules végétales ;

10       ° déstabilisation de suspensions ou d'émulsion eau/huile par accroissement des gouttelettes de la phase dispersée et séparation facilitée des deux phases ;

15       ° traitement de phases organiques peu conductrices de l'électricité (par rapport aux phases aqueuses; par exemple huiles végétales, minérales, de synthèse, ou solvants organiques apolaires).

La différence des caractéristiques électriques des composés en suspension ou en solution est mise à profit pour agréger les composés les plus conducteurs, et favoriser une filtration couplée.

20       Selon l'invention, la filtration peut couvrir différentes gammes : la microfiltration (particules de taille comprise entre 0,1  $\mu\text{m}$  et 10  $\mu\text{m}$ ), l'ultrafiltration (molécules de taille comprise entre 0,005  $\mu\text{m}$  et 0,1  $\mu\text{m}$ ), la nanofiltration (molécules de  
25       taille comprise entre 0,001  $\mu\text{m}$  et 0,005  $\mu\text{m}$ ), l'osmose inverse (molécules de taille inférieure à 0,001  $\mu\text{m}$ ). Pour ces types de filtration, la force motrice est la pression de transfert, contrairement aux procédés électromembranaires.

30       Les champs électriques pulsés couvrent la gamme des fréquences de l'ordre de 1 Hz à 100 000 Hz,

de préférence de 1 Hz à 10 000 Hz. Le champ électrique peut varier de 1 kV/cm à 100 kV/cm, de préférence de 3 kV/cm à 50 kV/cm. L'effet électrique peut être répété entre 1 et 1000 fois par seconde, de préférence entre 1  
 5 et 100 fois. Egalement, seule une partie du flux peut être soumis aux CEP avant traitement par filtration.

Du fait que les transformations des caractéristiques physico-chimiques et biologiques sont durables, le couplage membrane(s)/CEP s'effectue de  
 10 façon légèrement décalée dans le temps. Les CEP peuvent être appliqués entre 0,1 et 1000 secondes avant la filtration, par exemple entre 1 et 100 secondes. Le temps qui s'écoule entre le traitement CEP et la filtration provient du temps de séjour  $t$  des effluents  
 15 dans les tuyauteries qui les véhiculent, calculé à partir du rapport du volume  $V$  de l'installation entre CEP et membranes et le débit d'alimentation  $Q$  des modules membranaires :

$$t = V/Q.$$

20 La figure 3 est un schéma représentant l'insertion d'un système CEP en amont de la filtration sur le circuit d'alimentation en effluents. Les effluents proviennent d'un réservoir 10 et sont fournis par l'intermédiaire d'une tuyauterie à l'installation  
 25 de traitement. En sortie du réservoir 10, une pompe 11 assure la pressurisation et la circulation des effluents avec un débit  $Q$ . Les effluents sont d'abord soumis à des champs électriques pulsés délivrés par un dispositif CEP 12 avant de parvenir à des systèmes à  
 30 membrane 13, 14 et 15. Le système à membrane 13 fournit un premier perméat  $P_1$  et un rétentat  $R_1$  au système à

membrane 14. Le système à membrane 14 fournit un deuxième perméat  $P_2$  et un rétentat  $R_2$  au système à membrane 15. Le système à membrane 15 fournit un troisième perméat  $P_3$  et un concentrat  $C_1$ .

5 Le couplage peut aussi s'effectuer en sens inverse. La première étape du procédé est alors la filtration, la deuxième étape consistant en un traitement par CEP. C'est ce qu'illustre la figure 4 où un système CEP est inséré en aval de la filtration sur  
10 le perméat final (désinfection finale) et sur le concentrat (hygiénisation de boues biologiques). Les effluents proviennent d'un réservoir 20 et sont fournis, par l'intermédiaire d'une pompe de pressurisation 21 et d'une pompe de circulation 22  
15 disposées en série, à un système à membrane 23. Le système à membrane 23 fournit un perméat  $P_4$  après passage dans un dispositif CEP 24 et un rétentat qui est partiellement remis en circulation entre les pompes 21 et 22. Le système à membrane 23 fournit également un  
20 concentrat  $C_2$  après passage dans un dispositif CEP 25. Dans ce cas, on recherche essentiellement un effet désinfectant final après l'étape de filtration, ce qui permet d'utiliser des membranes de filtration non agréées en termes de désinfection (membranes  
25 cylindriques, spirales, planes). Les membranes à fibres creuses peuvent également être couplées à des dispositifs CEP. Dans ce cas, c'est indifféremment le concentrat ou le perméat qui est visé par le traitement CEP à des fins d'hygiénisation.

30 Les traitements CEP et de séparation peuvent également être alternés, notamment dans une

boucle de filtration tangentielle où le rétentat circule classiquement plusieurs fois (c'est-à-dire en boucle) à travers la membrane "procédé". C'est ce qu'illustre la figure 5. Les effluents proviennent d'un

---

5 réservoir 30 et sont fournis, par l'intermédiaire d'une pompe de pressurisation 31 et d'une pompe de circulation 32 disposées en série, à un système à membrane 33. Le système à membrane 33 fournit un perméat  $P_3$  et un rétentat qui est partiellement remis

10 en circulation entre les pompes 31 et 32 après passage dans un dispositif CEP 34. Le système à membrane 33 fournit également un concentrat  $C_3$ .

Les électrodes du dispositif CEP peuvent présenter les géométries habituelles : planes,

15 concentriques, etc... L'effet recherché est que le champ électrique possède des valeurs suffisantes pour inactiver les différentes espèces en présence et que les pertes de charge hydraulique restent dans des valeurs acceptables par rapport au coût énergétique

20 total.

Un nouveau procédé de traitement de l'eau et des effluents couplant les technologies par membranes de filtration et les champs électriques pulsés (CEP) est ici divulgué. Les phénomènes mis en

25 œuvre par les CEP concourent à la modification des caractéristiques physico-chimiques et biologiques mise à profit notamment dans la réduction du colmatage membranaire dans toute la gamme des modes de mise en œuvre du procédé où la pression est la force motrice :

30 microfiltration, ultrafiltration, nano-filtration et osmose inverse. Du fait des paramètres réglables des

CEP (intensité, tension, fréquence, front d'onde, etc.), ces phénomènes sont potentiellement :

- la réduction du biofilm (éclatement et lyse ou inactivation temporaire de micro-organismes),
- 5                   - la destruction partielle des microorganismes et l'activation simultanée des microorganismes restants,
- l'agréation de colloïdes (transfert de charges électriques limitant la répulsion
- 10 électrostatique),
- une pré-hydrolyse de macromolécules (par rupture des macromolécules),
- une oxydation des micropolluants (par formation de radicaux libres),
- 15                   - le maintien en suspension de molécules "incrustantes".

Les traitements d'aliments liquides, de l'eau de boisson, des eaux thermales, des eaux usées ou bien des boues de stations sont des champs

20 d'application potentiels de ce nouveau procédé.

## REVENDECATIONS

1. Procédé de traitement d'effluents dans  
5 lequel un flux desdits effluents est soumis à un champ  
électrique pulsé dont l'effet est la modification des  
caractéristiques physico-chimiques et biologiques mise  
à profit lors d'une opération de séparation  
solide/liquide, le procédé étant caractérisé en ce  
10 que :

- la séparation solide/liquide et la  
soumission à un champ électrique pulsé sont des  
opérations effectuées à des endroits différents du flux  
d'effluents,
- 15 - le champ électrique pulsé présente des  
caractéristiques de valeur de tension, de valeur de  
courant, de fréquence de répétition des impulsions et  
de forme du front de tension choisies pour, en fonction  
des endroits où sont effectuées les opérations de  
20 séparation solide/liquide et de soumission à un champ  
électrique pulsé, obtenir le traitement désiré des  
effluents.

2. Procédé selon la revendication 1,  
25 caractérisé en ce que l'opération de séparation  
solide/liquide est une opération de filtration  
membranaire.

3. Procédé selon la revendication 2,  
30 caractérisé en ce que la filtration est d'un type  
choisi parmi la filtration tangentielle, la filtration  
frontale et la filtration semi-frontale.



4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'opération de séparation solide/liquide est une opération de décantation.

5 5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le champ électrique pulsé est utilisé selon un mode en décharge.

10 6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le champ électrique pulsé est utilisé selon un mode en charge et selon un mode en décharge.

15 7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite modification des caractéristiques physico-chimiques et biologiques permet l'hydrolyse de substances dissoutes, l'agrégation de colloïdes, la destruction complète ou partielle de microorganismes et l'activation simultanée  
20 des microorganismes restants.

8. Application du procédé selon la revendication 1 au traitement des effluents et des boues de station d'épuration soit en réacteur à boues  
25 activées, soit en bioréacteur à membranes.

9. Installation de traitements d'effluents comprenant des moyens pour soumettre un flux desdits effluents à une séparation solide/liquide et des moyens  
30 pour soumettre le flux desdits effluents à un champ électrique pulsé dont l'effet est la modification des

caractéristiques physico-chimiques et biologiques mise à profit lors de la séparation solide/liquide, l'installation étant caractérisée en ce que :

- les moyens de séparation solide/liquide (13, 14, 15 ; 23 ; 33) et les moyens de soumission à un champ électrique pulsé (12 ; 24, 25 ; 34) sont disposés à des endroits différents du flux d'effluents,
- les moyens de soumission à un champ électrique pulsé présentent des caractéristiques de valeur de tension, de valeur de courant, de fréquence de répétition des impulsions et de forme de front de tension choisies pour, en fonction des endroits où sont disposés les moyens de séparation solide/liquide et les moyens de soumission à un champ électrique pulsé, obtenir le traitement désiré des effluents.

10. Installation selon la revendication 9, caractérisée en ce que les moyens pour soumettre le flux desdits effluents à une séparation solide/liquide sont des moyens de filtration membranaire.

11. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que les moyens de filtration (13, 14 15 ; 23 ; 33) sont d'un type choisi parmi des moyens de filtration tangentielle, des moyens de filtration frontale et des moyens de filtration semi-frontale.

12. Installation selon la revendication 9, caractérisée en ce que les moyens pour soumettre le flux desdits effluents à une séparation solide/liquide sont des moyens de décantation.

13. Installation selon la revendication 9, caractérisée en ce que les moyens de soumission à un champ électrique pulsé (12 ; 24, 25 ; 34) sont des  
5 moyens fonctionnant selon un mode en décharge.

14. Installation selon la revendication 9, caractérisée en ce que les moyens de soumission à un champ électrique pulsé (12 ; 24, 25 ; 34) sont des  
10 moyens fonctionnant selon un mode de charge et selon un mode de décharge.

15. Installation selon la revendication 9, caractérisée en ce que ladite modification des  
15 caractéristiques physico-chimiques et biologiques permet l'hydrolyse de substances dissoutes, l'agrégation de colloïdes, la destruction complète ou partielle de microorganismes et l'activation simultanée des  
microorganismes restants.

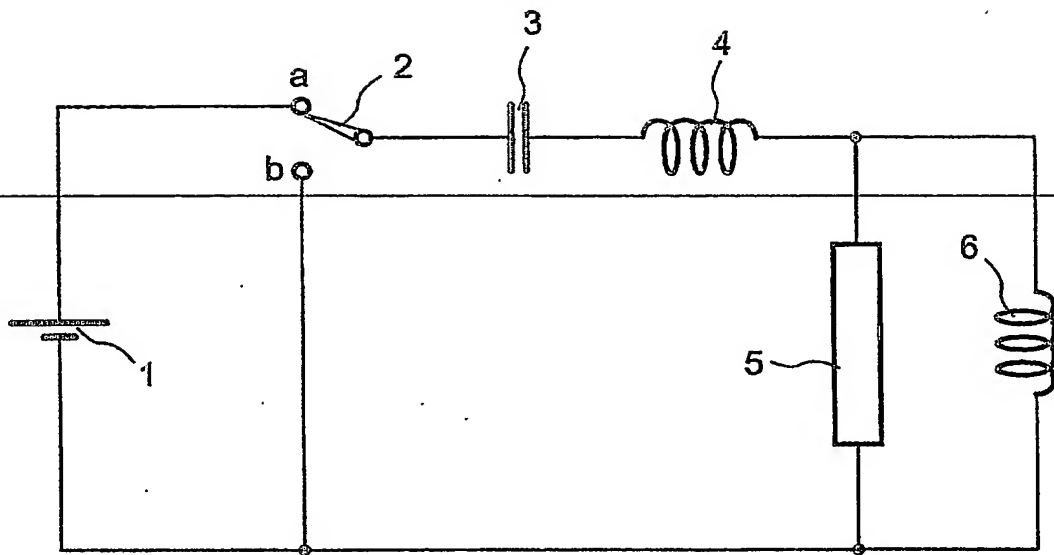


FIG. 1

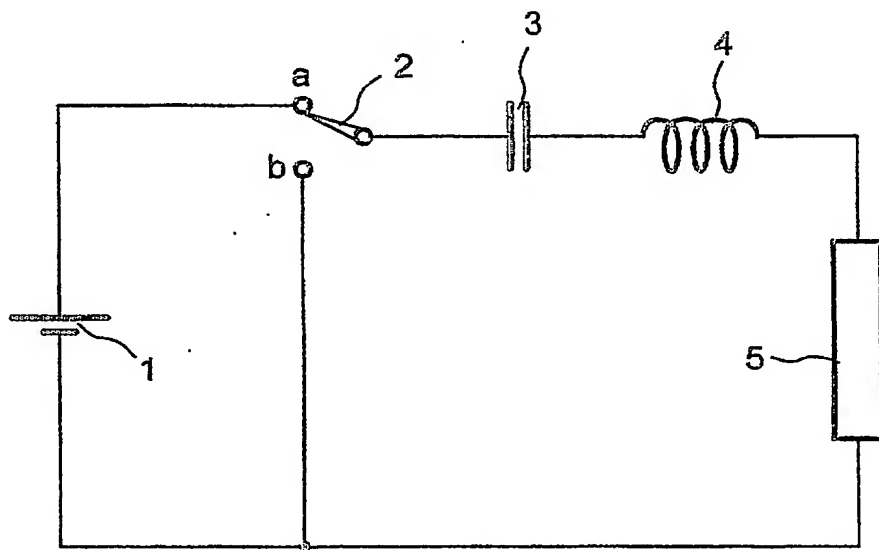
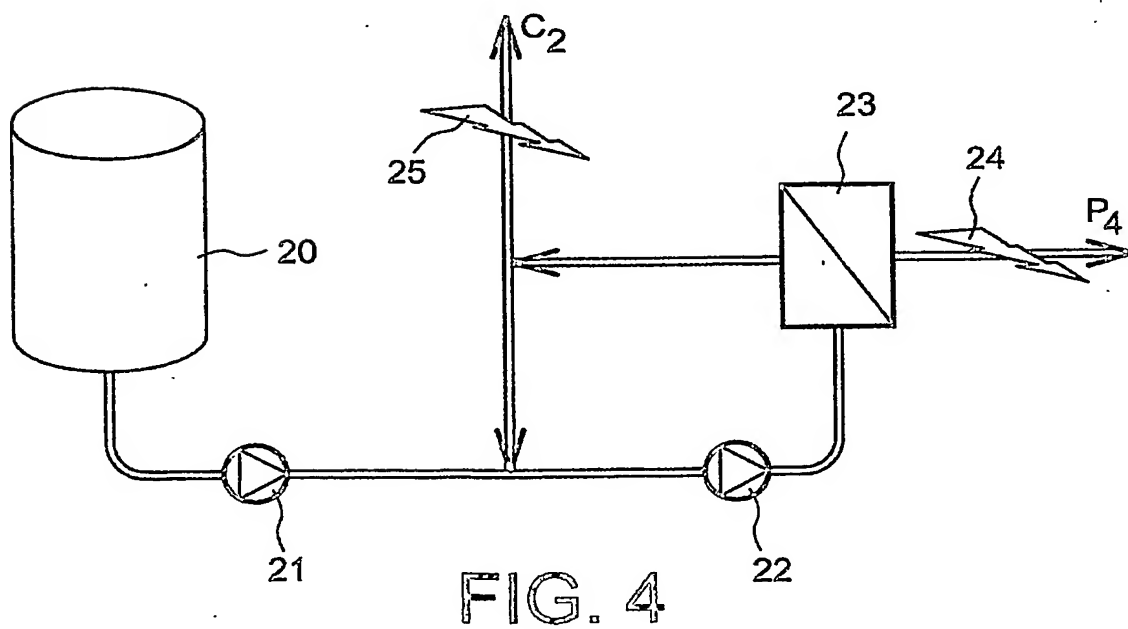
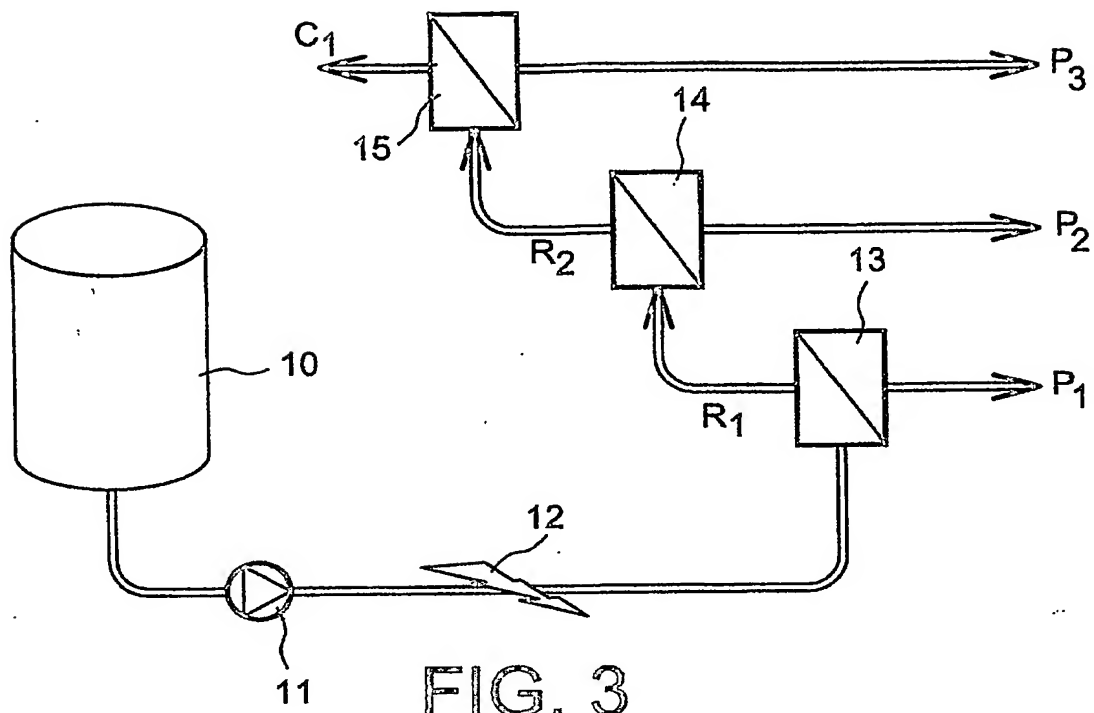


FIG. 2



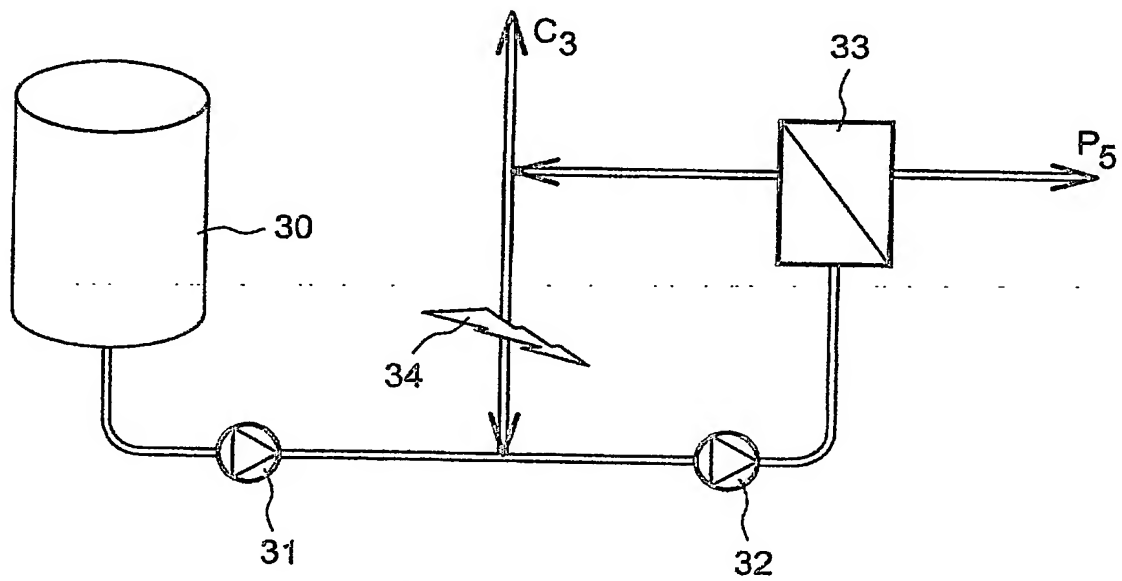


FIG. 5

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08


Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		B 14119.3JL	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		02 08455 du 05.07.2002	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) TRAITEMENT D'EFFLUENTS ASSOCIANT SEPARATION SOLIDE/LIQUIDE ET CHAMPS ELECTRIQUE PULSES.			
LE(S) DEMANDEUR(S) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31/33 rue de la Fédération 75752 PARIS 15ème			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		SCHRIVE	
Prénoms		Luc	
Adresse	Rue	13 rue de Pierrelatte	
	Code postal et ville	30130	PONT SAINT ESPRIT
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		NOUVEL	
Prénoms		Philip	
Adresse	Rue	342 allée des Jonquilles Quartier "Serre"	
	Code postal et ville	26740	SAUZET
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		GRASMICK	
Prénoms		Alain	
Adresse	Rue	265, chemin de l'Aire des Masques	
	Code postal et ville	34980	MONTFERRIER-sur-LEZ
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) PARIS LE 18 Septembre 2002 J. LEHU 422-5/002			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**